CD1-k
用户手册

CANopen
驱动器

警告

这是描述伺服驱动器系列的通用手册，本系列驱动器用来驱动交流无刷正弦伺服电机.

关于 CANopen 通信, 见手册 **CD1-k – CANopen Communication Profile**.

请在开始使用驱动器前，详细阅读手册，以了解关于本产品储存，使用，调试及技术细节等相关情况。

维护工作应当由非常熟练的技术人员来做，需要对电气和各种伺服系统(EN 60204-1 standard)非常了解且使用正确的测试设备。

与标准保持一致，只有按照驱动手册推荐的条目安装才会获得"CE" 承认。如果推荐的要求没有遵守，接线出现问题是用户的责任。

任何与电气部分的接触, 即使是断电以后, 可以导致生理损害.
断电后接触驱动器前至少等待 5 分钟(几百伏的余电会保持几分钟).

ESD 信息 (释放静电)
INFRANOR 驱动器设计时考虑了周全的静电保护. 然而, 一些部件是非常敏感的，如果驱动器没有正确的存储和使用可能会导致损坏。

存储
- 驱动器必须存储在原始包装中。
- 从包装中取出时，必须以它一侧平滑金属面放置，以防止静电。
- 避免驱动接头和带静电的材质(塑料膜, 聚脂, 地毯…)接触。

操作
- 如果没有有效的保护设备，驱动器要金属接地。
- 不要触碰接头。

销毁
为了遵守 2002/96/EC 欧洲议会及理事会 1.27 2003 废弃 电子电气设备(WEEE) 协议, 所有 INFRANOR 设备有销毁符号，标准按照附录 IV 2002/96/EC 指标.
此符号表示 INFRANOR 设备必须有选则性的处理销毁，不能当做标准废弃物处理。

对于不适当的使用或者描述造成的物理或实质性的损害，INFRANOR 不承担任何责任。
手册中没有指出的任何涉及到其他权益的条目，将立即取消。

Infranor 保留在不通告的情况下对手册中内容进行更改的权利。

© INFRANOR, **June 2006**. 版权所有.
版本:2.1

目录

页码

目录 3

第 1 章 – 概述 5

1 – 介绍 5
2 – 驱动器结构 5

第 2 章 – 调试 7

1 – 参数设置软件的安装 7
2 – 检查驱动器硬件配置 7
3 – 驱动器动力 7
4 – 启动和调整驱动器 8
4.1 – 按照电机规格调整驱动器 8
4.2 - I^2t 保护 11
4.3 – 伺服环调整 12
4.4 – 旋转 / 计数方向 13
5 – 参数保存 13
6 – 上电时电机 PHASING (PHASING) 13
7 – 增量式编码器输出 13
8 – 定子间隙力矩补偿 14

第 3 章 – 功能特点 16

1 – 逻辑输入 16
1.1 - "INHIBIT" 输入 16
1.2 - "LIMIT SWITCH" 输入 16
1.3 - "LOW SPEED" 输入 16
1.4 - "INDEX" 输入 16
2 – 抱闸控制 16
3 – 选址开关/ 速度选择 17

第 4 章 - CANOPEN 通信 18

第 5 章 – 故障排除 & 维护 19

1 – 错误 19
1.1 - "SYSTEM" 错误 19
1.2 –非存储错误 19
1.3 – 存储错误 19
2 – 错误复位 23
3 – 运行问题 23
3.1 – 电机不转动 23
3.2 – 电机使能了但很小力矩 24
3.3 – 轴锁住 – 不稳定振动- 最大速度旋转 24
3.4 – 零力矩位置不连续电机旋转 24
3.5 – 电机停止时很大的噪音 24
4 – 服务维护 24

伺服控制器结构... 25

第 1 章 – 概述

1 – 介绍

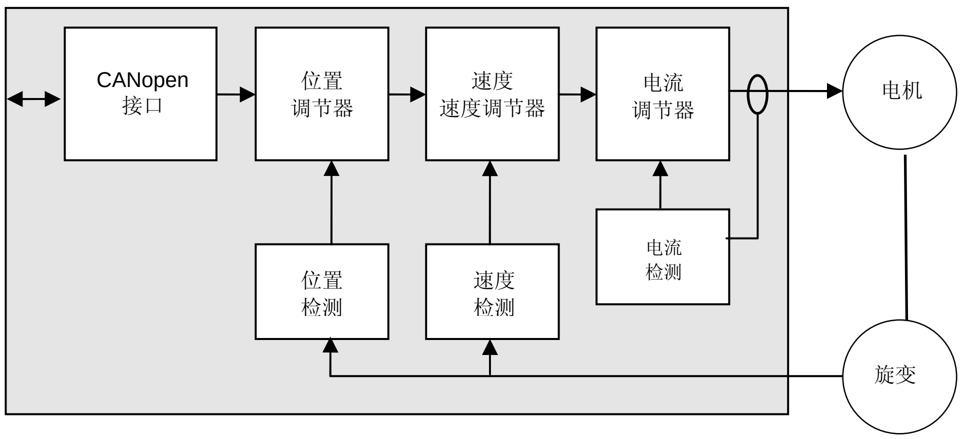
CD1-k 是带正弦 PWM 控制的，能控制带位置传感器的无刷交流电机的全数字伺服驱动器。

CD1-k 驱动器是带供通电单元和主滤波器的独立单轴模块。在 230 VAC 和 400/480 VAC 主运行电压下都能工作.

CD1-k 驱动器通过运行"**CANopen**"通信协议的总线来工作。

驱动器参数设置能够通过以下方式完成：
- **CANopen** 总线或
- 专用参数设置软件 **Visual Drive Setup**, 通过串行口 RS-232.

2 – 驱动器结构



电机	将电能转换为机械运动的电气设备。这种转换经常通过电流交换来完成。 一般来讲，运动是旋转，但也有线性电机。
无刷或同步电机	无刷电机. 电流交换通过电子电路完成，且需要位置传感器 (旋变, 编码器, Hall 传感器...).
旋变	超过一圈的绝对位置传感器. 旋变经常和无刷电机一起使用。
编码器	增量式或绝对式位置传感器. 此编码器经常和无刷电机一起使用因其精确度。
驱动器	电机控制设备。包括电流环, 速度环, 位置环.
电流环 电流调节器	用来进行电机电流控制. 电机扭矩一般和电流成比例。
速度环 速度调节器	允许电机速度控制
位置环 位置调节器	允许电机位置控制.
现场总线	数字化通信连接，在不同的电气设备间实现数据交换. 现场总线的特点是高保护和错误修正标准还有可预知的通信时间.
CANopen	CANbus 上的通信协议 – 标准: CiA DS301 / CiA DSP402.
使能/不使能 *(伺服 开/关)*	当电机使能时，由驱动器控制，且伺服 环是运行的. 当不使能时, 轴是自由的，电机中无电流。

第 2 章 – 调试

<u>警告</u> !

不要同时用可视化驱动器设置软件和 CANopen 总线来设置启动器参数。

1 – 参数设置软件的安装

软件 **Visual Drive Setup** 在 PC 机 Windows® [1] 下运行，很容易对 **CD1-k** 驱动器进行参数设置.

见网站 **www.infranor.fr** 下载 "Visual Amplifier Setup" 软件.

2 – 检查驱动器硬件配置

标准驱动配置是给 MAVILOR 电机使用的 (转换比= 0.5 的旋变传感器);

调整为供其他电机类型使用, 请见 "CD1-k - Installation Guide".

3 – 驱动器动力

在首次开启驱动器前请参看手册 "CD1-k - Installation Guide".

开启驱动器, 请按如下步骤:

- 开启 +24V 辅助供电:

前板上的绿色 LED "**OK**" 灯必须快速闪烁 ("Undervolt." 错误).
AOK 继电器触点 (脚 9 和 10， X2) 闭合. 这样才可能用继电器控制动力。

- 开启动力供电:
  绿色 LED "**OK**" 必须一直亮着: 驱动器准备好使能。.

<u>警告</u> !

24 V 辅助供电必须**总是**在动力供电**之前**开启.

在关闭和开启驱动器间的间隔至少要 30 秒.

[1] Windows® is a registered trade mark of MICROSOFT® CORPORATION

4 – 启动和调整驱动器

本章描述了使用软件" **Visual Amplifier Setup**"调试驱动器的过程。

- 在 PC 和驱动器之间连接 RS232 串行线.
- 上电驱动器，在 PC 上 WINDOWS®下运行软件 **Visual Drive Setup**,

如果在屏幕上显示信息 **No serial communication found** , 点击 OK 检查以下几点:

- o 驱动器必须上电了,
- o 在驱动器和 PC 间正确的 RS232 接线,
- o 正确的软件配置 (**Com.port**, ...).

通过软件 **Visual Drive Setup** 设置驱动器参数:

- 切换驱动器到**本地** 模式, 也就是说将地址设为 0 (见 章 3, 部分 3),
  或
- 通过 **Visual Drive Setup** 不使能 **CANopen** 通信.

4.1 – 按照电机规格调整驱动器

4.1.1 – 传感器类型配置

传感器类型配置由软件选择，且保存在驱动器 EEPROM 中.

驱动器标准配置为旋变传感器。对于装了位置编码器的编码器, 情按如下处理:

♦ 在 **Feedback configuration** 菜单中选择合适的编码器类型。

♦ 然后选择 **Encoder feedback** 且确认此选择.

如果电机带了 Hall effect 传感器, 在手动转动电机超过一圈或线性电机的一个 pole pitch 前，检查 INHIBIT 输入已经使能且驱动器上电,. 如果显示 **HES** 错误, 关闭驱动器在再次上电前检查以下几点:

♦ Hall effect 传感器 (HES) 必须正确连接在驱动器的 X3 接口上 (如果使用 60° Hall 传感器， 检查各组 HES 信号找到正确的连接序列).
♦ 检查 HALL 传感器的供电电压是否合适.
♦ 检查 **Motor encoder resolution** 参数是否合适.

如果电机 Hall 传感器工作不正常, 在 **Feedback configuration** 菜单中选择适当的增量式编码器类型(**Incremental Encoder**) (不带 HES)，用这种配置调试驱动器.

如果使用的是带超过一圈的绝对式 Sin/Cos 编码器的电机(Heidenhain ERN 1085 or compliant)，检查 INHIBIT 输入已经使能且驱动器上电. 然后手动转动电机超过一周. 如果显示 **HES** 错误, 驱动器断电，然后在再次上电前检查以下几点:

♦ Sin/Cos 编码器的交换通道信号必须正确连接在驱动器的 X3 接口上.
♦ 检查 Sin/Cos 编码器的供电电压是否正确.
♦ 检查 **Motor encoder resolution** 参数的设定值是否正确.

为了保存编码器配置，在关闭驱动器之前要执行 **Save parameters to EEPROM** 过程.

4.1.2 – 电机类型选择

应用中使用的电机包含在参数设置软件的电机列表中

在电机列表中选择应用中使用的电机.
电机的选择将会启动电流环参数的自动计算。

检查 **Max. current** 和 **Rated current** 的参数值是否适合电机和驱动器。如果需要, 按照电机和驱动器规格来修改这些参数。

参数 **Max current** 定义了驱动器的最大输出电流值. 能够在驱动器电流等级的 20 % 到 100 % 间变化。

参数 **Rated current** 定义了驱动器输出 RMS 电流(I^2t)的限制门槛值。
能在驱动器电流等级的 20 % 和 50 %间变化.

如果选择了 **Incremental encoder without HES** 传感器配置，启动电机 phasing (**Phasing**) 程序.
电机 phasing 可以通过软件 **VISUAL DRIVE SETUP** 的控制窗口或 CANopen 总线来启动.

应用中使用的电机没包含在参数设置软件的电机列表中

选择 **New Motor** 功能，根据说明操作.

4.1.3 – 编码器计数保护

当伺服电机装备了编码器，任何编码器脉冲计数的错误会在转子位置检测时产生错误，且使电机处于不受控制的有可能对机器和操作者造成危险的状态中。CD1-k 驱动器的编码器计数保护能够在检测到脉冲计错时出于安全考虑立即不使能驱动。

编码器计数保护检查 2 个连续的 Z 标志脉冲间的编码器脉冲数 (或 R 参考信号) 是否等于 **Motor encoder resolution** 参数值乘上 **Zero mark pitch** 参数值. 编码器计数保护也检查编码器脉冲频率是否低于 1.5 倍的最大编码器频率。最大编码器频率是根据 **Motor encoder resolution** 和 **Maximum speed** 参数值在驱动器中计算出来的。

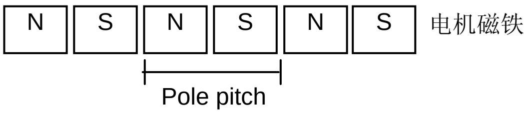
Motor encoder resolution 参数值定义了电机每圈 (旋转电机) 或电机每 pole pairs (线性电机)对应的编码器脉冲数(或编码器信号周期).

Zero mark pitch 参数值定义了两个连续的 Z 标记脉冲(或 R 参考信号)间电机旋转圈数(旋转电机)或电机的极对数(线性电机)。
对于旋转电机, **Zero mark pitch** 参数一般为 1 ，因为电机每转一圈编码器获得一个 Z 标志脉冲 (或一个 R 参考信号)。
对于在整个电机行程中只有一个标志脉冲的线性电机， **Zero mark pitch** 必须定义为 15. 这种情况下, 编码器计数保护检查检测到的编码器位置是否和标志脉冲激活时得到同样的值。

注意: 在 **Incremental encoder without HES** 配置中, 当 **Counting** 错误释放后，电机 phasing 程序 (**Phasing**) 必须要重新执行。因为电机交换的当前转子位置参考不正确。

4.1.4 – 线性电机参数调整

Motor encoder resolution 参数计算如下:



$$\text{Motor encoder resolution} = 1000 \times \frac{\text{Motor pole pitch (mm)}}{\text{Encoder signal pitch (µm)}}$$

1 encoder signal pitch = 4 counting increments

电机的 **Maximum speed** 参数值（rpm）计算如下:

$$\text{Max. speed (rpm)} = 60 \; \frac{1000}{\text{Motor pole pitch (mm)}} \times \text{max. motor speed (m/s)}$$

线性速度值（ m/s）计算如下:

$$\text{Linear speed (m/s)} = \frac{\text{Motor speed (rpm)}}{60} \times \frac{\text{Motor pole pitch (mm)}}{1000}$$

4.1.5 – 最大应用速度

Max. speed 参数定义了驱动器能控制的最大速度。
此参数可以是:

- 低于或等于最大电机速度。
- 稍微高于应用中的最大电机速度。为防止位置环饱和（位置跟随）而产生的速度过冲留有余地。当使用高带宽或低加速时，此空余能尽可能的小。

4.1.6 – 配置温度传感器

温度传感器可接在 X1 (resolver) 和 X3 (encoder) 接口上，对应于电机位置反馈传感器。

4.1.6.1 – 传感器类型选择

电机可以配 CTN 传感器 (欧姆测定电阻= 渐减温度功能) 或 CTP 传感器 (欧姆测定电阻 = 渐增温度功能).

检查温度传感器类型是否是装在应用电机上的传感器类型。

4.1.6.2 – 触发门槛调整

按照出厂规格规定的释放**电机过热**保护需要的温度值，输入传感器欧姆值(kOhm)。

4.1.6.3 – 警告门槛调整

按照警告温度值输入传感器欧姆值(kOhm)。
当警告温度达到后, 这个信息通过 **CANopen** 总线传送出去.
<u>注意</u>
当使用 CTN 传感器时, 警告欧姆值会高于或等于触发欧姆值。
当使用 CTP 传感器时, 警告欧姆值会低于或等于触发欧姆值。

4.2 - I^2T 保护

2 种选择模式可用: **Fusing** 或 **Limiting**.
调试阶段建议使用 **Fusing** 模式.

在 **Fusing** 模式, 当电流限制门槛达到时驱动器不使能。

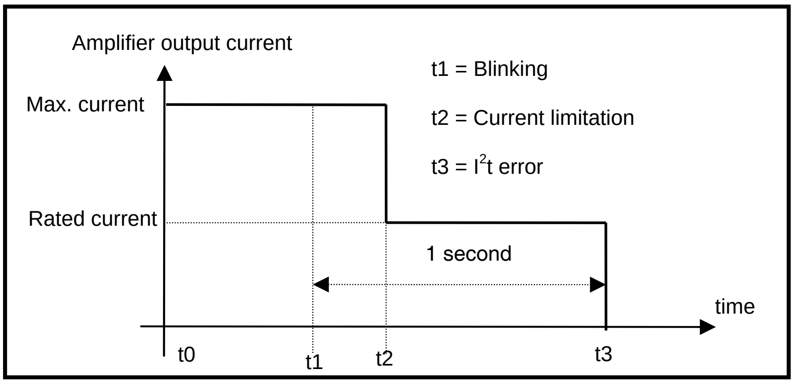
在 **Limiting** 模式, 当限制门槛达到时电机电流只限制在 **Rated current** 参数定义的值。

4.2.1 - "FUSING"模式下的电流限制操作

当驱动器输出 RMS 电流 (I^2t) 达到额定电流的 85 %, 在驱动器前板上 **OK** LED 闪烁. 如果 RMS 电流 (I^2t)在 1 秒内没有回落到额定电流的 85 % 以下, I^2t 错误释放且驱动器不使能 (否则, 不再闪烁).

当驱动器输出 RMS 电流 (I^2t) 达到额定电流值, I^2t 限制驱动器输出电流在这个值。

在极限情况下驱动器输出电流限制图示(电机过载或轴锁死):



在闪烁显示释放前的最大电流持续时间由 **Rated current** 和 **Max. current** 的参数值决定. 此值计算如下:

$$T_{dyn} \text{ (second)} = t_1 - t_0 = 3{,}3 \times [\text{ rated current (A) / max. current (A)}]^2$$

被限制在额定电流前的最大电流持续时间也由 **Rated current** 和 **Maximum current** 参数值决定. 此值计算如下:

$$T_{max} \text{ (second)} = t_2 - t_0 = 4 \times [\text{rated current (A) / max. current (A)}]^2$$

<u>注意 1</u>
当 "Max. current / Rated current" 比值接近 1 时, 由以上公式给出的 Tdyn 和 Tmax 值 低于实际值. 但这个公式计算出的值在 "Max. current / Rated current" 比值高于 3/2 时会很精确.

<u>注意 2</u>
通过在 **Channel** 菜单中选择 **I^2t** 信号，驱动器 I^2t 信号能显示在数字示波器中. 如上的保护模式的 I^2t 信号的门槛值计算如下:

Idyn 信号的触发门槛 (%) = [**Rated current** (%)]^2 / 70
电流限制门槛 (%) = [**Rated current** (%)]^2 / 50
Rated current (%) = 100 x Rated current (A) / amplifier current rating (A)

相应的驱动器的 RMS 电流值计算如下:

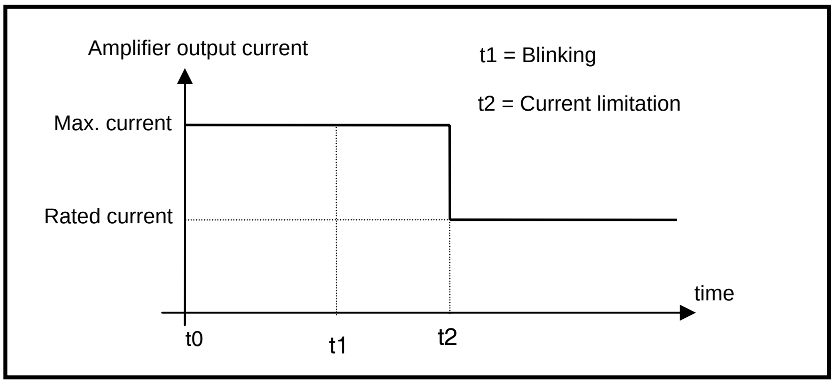
Amplifier RMS current (A) = [I^2t signal value (%) x 50]$^{1/2}$ x amplifier current rating (A) / 100

4.2.2 - "LIMITING"模式下的电流限制

当驱动器输出 RMS 电流 (I^2t) 达到额定电流 85 % 时, 驱动器前板上的 **OK** LED 闪烁. 当 RMS 电流 (I^2t) 降到低于额定电流 85 %时, 闪烁停止.

当驱动器输出 RMS 电流 (I^2t) 达到额定电流值, I^2t 保护限制驱动器输出电流在这个额定值。

在极限情况下驱动器输出电流限制图示(电机过载或轴锁死):



闪烁显示释放前的最大电流持续时间(t1 - t0) 和限制在额定电流前的最大电流持续时间 (t2 - t0) 的计算方法和在"Fusing"模式时一样。

4.3 – 伺服环调整

4.3.1 –调节器参数

Autotuning 过程鉴别电机和负载规格且计算速度/位置环参数。
在 **P** 和 **PI** 速度模式, 只是计算速度环增益。
在 **PI²** 速度模式, 也计算位置环的比例增益。但是位置调节器的 **Feedforward** 增益全部初始化在 0.
在 **Position** 模式, 所有速度和位置调节器的增益都计算。

注意: 位置环稳定性能在 **PI²**速度模式下测试，因为 **Feedback** 增益和 **Position** 模式下是一样的.

用户能选择带宽 (**Low**, **Medium** 或 **High**) 还有滤波器类型 (**standard**, **antiresonance** 或 **max. stiffness**).

Autotuning 过程能在电机使能或不使能时执行(i.e. 垂直负载).

执行 **Autotuning** 过程前, 检查电机轴是自由的而且旋转超过一圈不会对操作者和机器产生危险。检查抱闸已释放 (**Autotuning** 命令不会控制抱闸).

对于一个完整的调整, **Autotuning** 过程必须**总是** 总是在**位置** 模式下执行 (上电时, 驱动器自动在 **位置** 模式).
但是驱动器位置环稳定性也能在速度模式下测试. 这种情况下, 在 **PI²** 模式下执行 **Autotuning** 过程后:

- 检查电机是否双向正常运行,
- 检查**在 Idc 没有饱和情况下一个小位移的反应** (示波器功能).

如果在停止或运转时电机有很大噪音, 检查电机和负载间机械传动的刚性(电机和连接间的反冲和反弹).
如果需要的话, 通过选择更低的带宽，启动一个新的 **Autotuning** 过程.

如果依然不稳定, 通过激活 **Antiresonance** 滤波器，启动一个新的 **Autotuning** 过程. 如果需要的话, 要把环响应稳定性调整的更精确，要调整稳定性增益。

如果 **Autotuning** 过程在 **PI²** 模式下执行, 当选择了 **位置** 模式, 位置调节器的 **Feedforward** 增益必须手动调整. 设置 **Feedforward speed 1** 增益值为 1, 为了避免大的跟随误差值。

4.3.2 – 垂直负载环调整

在轴带垂直负载的情况下, 操作如下:

选择 **Limiting** 电流限制模式.

初始化无负载的电机的速度环增益 (在电机和机械负载脱开的情况下执行 **Autotuning** 过程).

给电机连接负载. 可能的话, 在速度模式下控制; 否则, 用稳定增益关闭位置环.

选择 **PI²** 速度模式且通过速度输入命令将轴移动到电机旋转一周不会对操作者和机器造成危险的位置(离机械停足够远).

在电机停止时执行 **Autotuning** 过程。如果轴在转动, 驱动器不会启动 **Autotuning** 过程.

选择 **位置** 模式且设置 **Feedforward speed 1** 增益值为 1, 为了避免大的跟随误差值。

4.4 – 旋转 / 计数方向

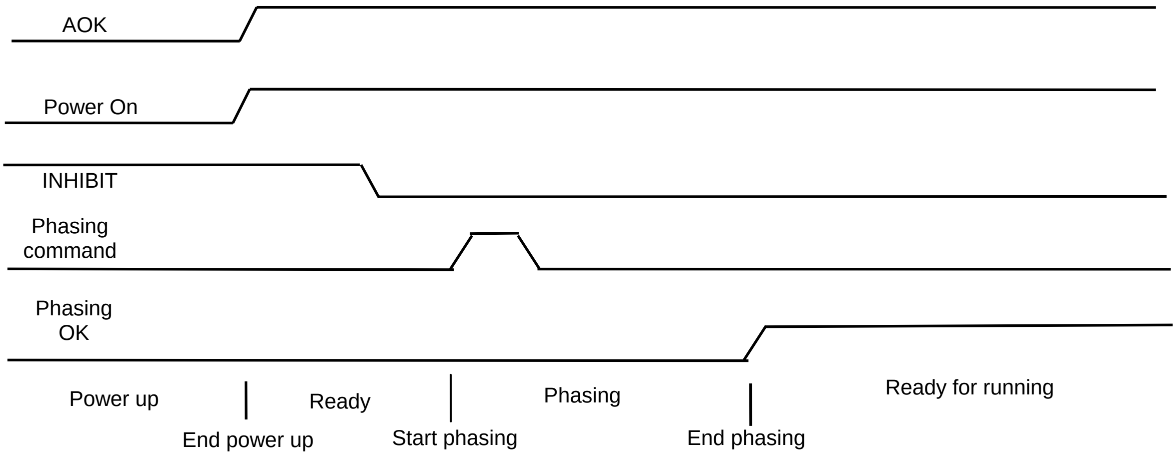
计数方向能在 **Visual Drive Setup** 参数设置软件中通过选择 **Reverse movement** 转换。

5 – 参数保存

当所有调整做完后, 参数许呀保存在**非易失性** EEPROM (驱动器必须不使能).

6 – 上电时电机 PHASING (PHASING)

在 **Incremental encoder without HES** 配置中, 电机相位调整过程 (**Phasing**) 在驱动器每次上电时必须执行，如下图:

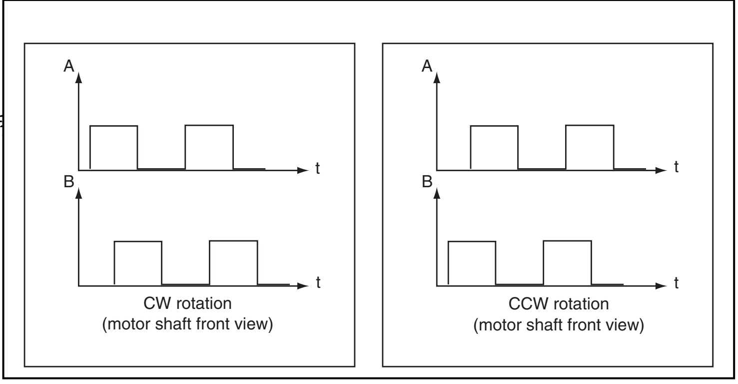


在不平衡的轴上 (constant torque du to gravity effects on a vertical axis), 电机 phasing 过程不能执行. 电机必须配备增量式编码器 + HES 或绝对式 Sin/Cos 编码器.

注意 : 在 **Incremental encoder without HES** 配置时，在 **Feedback** 或 **Counting** 错误释放后电机相位过程 (**Phasing**) 必须更新. 在修改了电机或编码器参数值后电机相位过程必须更新。

7 – 增量式编码器输出

增量式编码器输出是 2 个脉冲通道 A 和 B，还有一个 Z 标志脉冲每圈。



Output encoder resolution 按下表选择:

最大电机速度 (rpm)	最大 1600	最大 3200	最大 6400	最大 12800	最大 25000
编码器输出分辨率 (ppr)	512 to 16384	512 to 8192	512 to 4096	512 to 2048	512 to 1024

通过选择 **Resolution division ratio** 参数，定义在 **Output encoder resolution** 参数中的分辨率值可以被 2, 4 或 8 除.

Output encoder deadband 是停止在当前旋变位置时的死区参数，避免在通道 A 和 B 上+/- 1 编码器边缘的抖动. 值 4095 对应电机轴的 1/16 圈.

Zero pulse origin shift 参数设定关于旋变零点位置在 Z 通道的标志脉冲位置的偏移. 值 32767 对应电机轴的一圈. 标志脉冲宽度等于 A 和 B 通道周期的¼.

8 – 定子间隙力矩补偿

无刷永磁旋转电机的间隙扭矩或无刷永磁线性电机的间隙阻力起因于转子磁体和定子槽之间的交感。具体干扰是由不同的铜线及定子齿轮之间的差异产生。对于一个电机，能在驱动器不使能的时候用手转动电机来评估其定子间隙。在 CD1 系列驱动器中定子补偿选项有效，在一些对扭矩精度要求高（在 1%以内）的应用场合能抵消掉电机定子间隙造成的影响。
CD1 驱动器必须出厂设置以获得定子间隙补偿选项(参考 CD1k-U/I–CT). 在 **VDSetup** 硬件选项菜单中检查是否有定子间隙补偿选项(**CT-CD1**). 这种情况下, **Cogging torque compensation** 菜单能在 **Servo loop** 模块中选择.

> 对于使用了增量编码器的无刷电机，定子间隙扭矩补偿只适用于, 电机每选择一周编码器只提供一个标志位脉冲的情况。

间隙扭矩获取程序通过开启按钮启动。电机必须处于不带载的条件下，且程序在执行过程期间轴不能受干扰。在启动间隙扭矩获取程序之前，将驱动器至于手动模式，而且没有被使能。然后，开启 Auto-tuning 自动调频程序，选择 Regulator = PI², filter = Max 和 bandwidth = High.，然后启动定子扭矩获取程序，所获得的数据保存在数据文件里。

Enable cogging torque compensation 允许执行电机定子间隙扭矩补偿功能。这个功能被保存在驱动器的 EEPROM 中。

Save cogging torque data into a file 将数据以文件(*.COG file)形式保存在 PC 中。

The **Write cogging torque data into the drive** 功能将把已存好的文件(*.COG file)上载到驱动器中。

> 对于使用了增量编码器的无刷电机，间隙扭矩补偿功能始终在探测了第一个编码器标志位脉冲后生效。

注意 1：
驱动器启动时将检查电机间隙扭矩值。如果它包含了一些错误（贮存器内存中的错误），会显示 EEPROM 错误，而 Enable cogging torque compensation 将不被执行。
注意 2：
当更换驱动器，要同时更新调整参数文件（.par）及间隙扭矩文件（.cog）
注意 3
当更换电机或更换旋转变压器时，获取程序必须随之更新

第 3 章 – 功能特点

1 – 逻辑输入

1.1 - "INHIBIT" 输入

在运行时激活 **Inhibt** 输入使轴减速. 减速结束时, 电机自动不使能.
电机使能通过 **CANopen** 总线或通过 **Visual Drive Setup** 软件, 当 **Inhibit** 输入不使能时.

注意:
- 如果 "**Inhibit**" **输入没有连接**+24V 电压驱动器抑制功能激活.
- **Deceleration** 参数能能通过 **CANopen** 总线设置.

1.2 - "LIMIT SWITCH" 输入

"Limit switch" 是个保护传感器的输入，能以最大减速度来停止电机。装在轴运行的合适位置的两个限制开关的目的是万一失控运动时保护机械。

限位开关只按照电机硬件旋转定义。与"rotation/counting direction" 选项无关.

检查限位开关输入的接线:
- 一个方向运动电机,
- 激活相应旋转方向的限位开关。(如果必要人工转动),
- 检查电机停止; 如果电机继续运动，反转限位开关输入的接线。

注意:
- 当激活一个限位开关输入时，电机以最大减速度停止。
- 如果**没有连接** +24V 电压限位开关输入激活.

1.3 - "LOW SPEED" 输入

当输入激活时, 驱动器切换到保护模式如果电机速度超过临界的"Low speed" 门槛值.

注意:
- **Low speed** 参数不能高于 **Max. speed** 参数的 33 % .
- 如果没有连接+24V 电压，**Low speed** 输入是激活的.
- **Low speed** 门槛值能够设置通过 **CANopen** 总线.

1.4 - "INDEX" 输入

在 **Homing** 模式, **Index** 输入用来做轴的寻参。

2 – 抱闸控制

CD1-k 驱动器获得对"powerless"抱闸操作的控制。
抱闸控制使能（继电器打开）或不使能（继电器闭合）依驱动器状态（使能或不使能）而定。

3 – 选址开关/ 速度选择

网络中的每个驱动器必须用唯一的一个地址来配置。
操作者可以通过 DIP8 开关来配置驱动器地址和 **CANopen** 总线通信速度.

- 选址 (6 选择位)

Status of the cursors						Address
6	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**	
OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	0
OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	1
OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	3
...	...	...	...	...	...	...
ON	ON	ON	ON	ON	ON	63

- 通信速度 (2 选择位)

Status of the cursors		Speed
8	**7**	
OFF	OFF	1Mbits
OFF	ON	500Kbits
ON	OFF	250Kbits
ON	ON	125Kbits

<u>注意</u>:

- 地址 **00** 必须只用在**本地**模式下。
- 地址 ≠ **00** 用在**远程**模式 (**CANopen** 总线使用).

第 4 章 - CANopen 通信

关于 **CANopen** 通信协议的调试, 请见手册 "CD1k – CANopen Communication Profile".

第 5 章 – 故障排除 & 维护

1 – 错误

1.1 - "SYSTEM" 错误

如果红色 "SYS" LED 在上电时亮, 逻辑电路板有问题。

- 检查 **BUS** 和 **OK** leds 是否同步闪烁. 这种情况下,通过串行连接用 **CD1updater software** 加载驱动器固件。
- 检查没有灰尘导致驱动器逻辑板短路。

1.2 –非存储错误

1.2.1 – 总线错误

故障通过 **BUS** led 显示.
当有 **SYNC** 信息同步丢失时这个错误显示。
通信一恢复，错误就没了。

1.2.2 - "UNDERVOLT." 错误

故障通过 **OK** led 的快速闪烁显示。

当上 24 VDC 辅助供电时， CD1-k 驱动器总是显示 UNDERVOLT. 故障. 当上了动力电压后，UNDERVOLT. Led 将会熄灭。几秒钟延时以后相应的动力电容软启动。如果动力上电后故障显示保持，检查动力电是否真的上了。

1.3 – 存储错误

如果驱动器中有错误发生，能够产生几个其他错误的检测，他们都是最初那个所引出的。为了更容易的诊断和维护, 错误按照如下描述的优先显示和处理. 出于安全考虑, 如果需要处理驱动器要先断电取消一些错误; 这种情况下, 当再次上电时驱动器自动复位。 如果电没断, 不要忘记在错误取消后立即 RESET.

1.3.1 - "BUSY" 错误

- 如果 **BUSY** 错误在上电后显示, AUTOTEST 过程失败且驱动器没有准备好运行. 检查动力电没有在 24v 辅助供电之前上。

- 如果在电机上电 **PHASING** 过程以后 BUSY 故障连续显示(**增量式编码器无 HES** 配置), 程序失败因为外部原因且计算相值出错。
  检查 **Motor encoder resolution** 参数值是否正确.
  检查 **电机参数** (**Pole pairs** 和 **Phase order**) 值是否正确.
  检查 **INHIBIT** 输入没使能.
  检查限位开关输入没激活。
  检查电机没有锁且在执行时轴运动是自由的.

- 如果 在 **Autophasing** 执行后 **BUSY** 错误显示, 过程失败由于外部原因且计算参数不正确。
  首先检查驱动器逻辑输入的状态. 检查在执行时电机是空载的且轴运动是自由的。

- 如果在 **Autotuning** 执行后 **BUSY** 错误显示, 过程失败由于外部原因且计算参数不正确。

  首先检查 **INHIBIT** 输入和限位开关的状态。然后检查在过程执行期间电机轴是自由的.

- 在执行完 **COGGING TORQUE ACQUISITION** 过程后如果 BUS 故障持续显示, 过程失败由于外部原因和间隙扭矩捕获无效。

检查 **INHIBIT** 输入不使能.
检查限位开关输入没激活。
检查编码器每电机旋转一圈提供一个标记脉冲。
检查电机是空载的且执行时轴运动是自由的。
检查相应于间隙扭矩影响的电机电流值低于驱动器电流等级的 5 % 。

- 在寻参过程中当超时太低时错误也会发生。

1.3.2 - "EEPROM" 错误

- 检查 EEPROM 的存在及其正确安装方位。
- 如果错误依然, EEPROM 可能没有正确初始化(**CHECKSUM**) 或者和驱动器软件不兼容。
- 要解决此错误, 给驱动器设置些新参数且存储新参数。

1.3.3 - "°C MOTOR" 错误

当调试驱动器时如果错误发生:

- 检查 **CTN/CTP** 参数设置, **Triggering threshold** 和 **Warning threshold**.
- 检查驱动器上温度传感器的接线。

在运行时错误发生:

- 检查出发门槛符合传感器的厂家规格。
- 检查电机温度且查找过热原因(机械轴过载, 循环周期太高...).

1.3.4 - "POWER STAGE" 错误

POWER STAGE 故障组中所有的故障都来自动力板:

- o 动力提供过压.
- o 相/地短路.
- o 相/相短路.
- o 风扇.
- o 动力平台短路.
- o 动力平台过温(仅是 CD1-k-400/I).
- o PWM 控制错误.
- o 动力平台供电.
- o 制动系统错误: 晶体管短路或循环周期太高。

VISUAL DRIVE SETUP 软件允许识别“Power stage” 故障。.

当启动驱动器时故障发生:

- 检查 AC 电压在 X9 接头上的 L1 - L2 - L3 输入.

CD1-k-230/I amplifier	**:**	**196 VAC < VAC < 253 VAC**
CD1-k-400/I amplifier	**:**	**340 VAC < VAC < 528 VAC**

如果运行时故障发生:

- 在电机减速阶段检查制动系统。
- 检查制动电阻规格，关于电机减速阶段.
- 检查电流相应于电流表格(见电流等级的表格).
- 检查在电机配线和电机端子没有短路。

▪ 检查在电机相地间无短路。

1.3.5 - "RESOLVER" 错误

- 按照接头描述的，在驱动器 X1 接头上检查旋变连接。
- 按照驱动器规格检查正确的旋变类型。
- 检查旋变和驱动器间的连接。

1.3.6 - "RDC" 错误

若启动驱动器时故障发生:
- 按照驱动器规格检查正确的旋变类型。

若驱动器运行时故障发生:
- 检查旋变和驱动器之间的连接符合屏蔽接线要求。

1.3.7 - "ENCODER" 错误

检查在驱动器接头 X3 上的编码器供电连接。
检查在驱动器接头 X3 上的编码器 A 通道和 B 通道连接。

注意: 在 **Incremental encoder without HES** 配置中, 在**编码器**故障释放后， 电机 **Phasing** 过程必须再执行一遍.

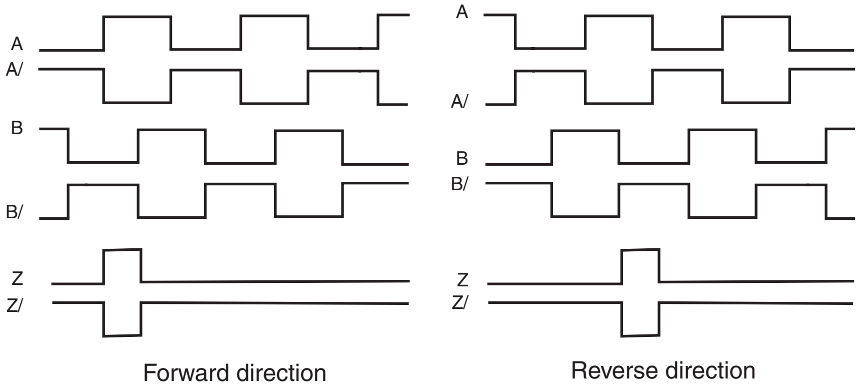
1.3.8 - "COUNTING" 错误

检查在驱动器接头 X3 上的标记脉冲接连. 如果电机编码器没有提供标记脉冲通道输出, 驱动器标记脉冲通道必须不使能为了消去 **Counting** 故障. 可以通过将参数 **Zero mark pitch** 设置为 0 来让驱动器标记脉冲通道不使能.

当 驱动器标记脉冲通道不使能时, 编码器计数保护不再有效. 这种情况下, 编码器脉冲噪音能导致电机运动失控可能对操作者和机器造成危险。

对于 **TTL incremental encoder** 配置:

- 检查正确的编码器供电电压值.
- 按照在 **chapter 4 of the CD1-k Installation Guide** 中推荐的那样检查正确的编码器-驱动器-电机地和屏蔽连接。
- 检查正确的编码器 A 通道, B 通道和 Z 标记信号波形.



- 在最大电机速度值时考虑编码器脉冲频率的最大值，检查下列条件已满足 ：
  最大. 电机速度 (rpm) < 60 x 10^6 / 每周编码器脉冲数.
  最大. 电机速度 (rpm) < 60 x 编码器脉冲频率限制(Hz) /每周编码器脉冲数.

- 检查 **Motor encoder resolution** 和 **Zero mark pitch** 参数值正确.

- 检查两个连续 Z 标记脉冲间的编码器脉冲数等于 **Motor encoder resolution** 值乘上 **Zero mark pitch** 参数值。如果这个条件没实现, 编码器计数保护必须不使能为了消去 **Counting** 故障. 通过将参数 **Zero mark pitch** 设为 0，编码器计数保护能不使能.

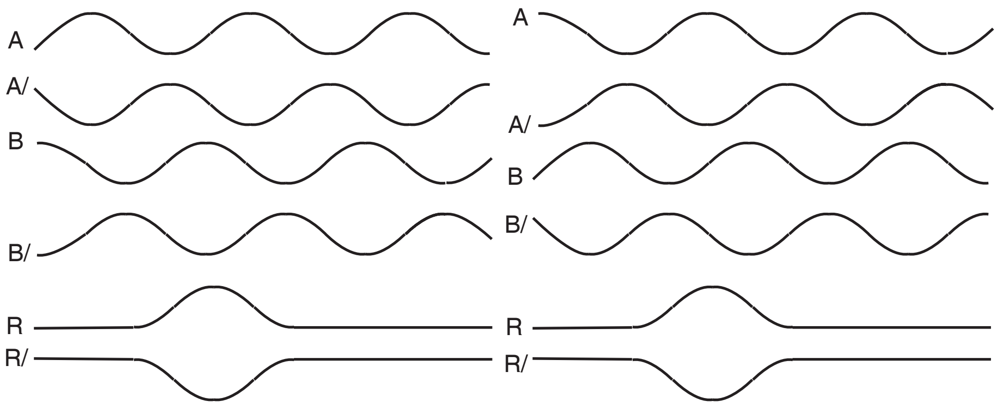
- 对于在整个电机行程中只有一个标记脉冲的线性电机来说，参数 **Zero mark pitch** 必须设为 15. 这种情况下编码器计数保护检查当标记脉冲激活时测量的编码器位置早已经得到同样的值（无位置检测偏移）.

> 当编码器计数保护不使能时, 驱动器只检查编码器脉冲频率低于 1.5 倍的最大编码器频率. 最大编码器频率按照 **Motor encoder resolution** 参数值和 **Maximum speed** 参数值在驱动器中计算。这种情况下, 编码器脉冲噪音（频率）低于 1.5 倍的最大编码器频率能导致电机失控可能对操作者和机器造成危险。

<u>注意</u>: 在 **TTL incermental encoder** 配置 **without HES**, 在 **Counting** 故障释放以后，电机 **Phasing** 过程必须再次执行.

对于 **Sin/Cos encoder** 配置:

- 检查正确的编码器供电电压值。
- 按照 **chapter 4 of the CD1-k Installation Guide** 推荐的，检查正确的编码器-驱动器-电机地和屏蔽连接.
- 检查正确的编码器 A 通道, B 通道和 R 参考信号波形.



Forward direction　　Reverse direction

- 检查 **Motor encoder resolution** 和 **Zero mark pitch** 参数值正确.

- 检查两个连续 R 参考信号间的编码器脉冲数等于 **Motor encoder resolution** 值乘上 **Zero mark pitch** 参数值. 如果这个条件没有实现, 编码器计数保护必须不使能为了消去 **Counting** 故障. 编码器计数保护能不使能通过将参数 **Zero mark pitch** 设为 0.

- 对于在整个电机行程中只有一个 R 参考信号的线性电机来说，, 参数 **Zero mark pitch** 必须设为 15. 这种情况下编码器计数保护检查当 R 参考信号激活时测量的编码器位置早已经得到同样的值（无位置检测偏移）.

> 当编码器计数保护不使能时, 驱动器只检查编码器脉冲频率低于 1.5 倍的最大编码器频率. 最大编码器频率按照 **Motor encoder resolution** 参数值和 **Maximum speed** 参数值在驱动器中计算。这种情况下, 编码器脉冲噪音（频率）低于 1.5 倍的最大编码器频率能导致电机失控可能对操作者和机器造成危险。

<u>注意</u>: 在 **Sin/Cos encoder without HES** 配置中, 在 **Counting** 故障释放以后，电机 **Phasing** 过程必须再次执行.

1.3.9 - "HES" 错误

对于 **Incremental encoder & HES** 配置:

- 检查在驱动器 X3 接头上 HES 正确接线 (60° 类型 HES，必须检查不同的接线组合找出正确的接线次序).
- 检查正确的 HES 供电电压值.
- 检查正确的 **Motor encoder resolution** 参数值.
- 检查 HES-驱动器-电机地连接和屏蔽符合要求 **chapter 4 of the CD1-k Installation Guide**.

对于 **Absolute single-turn Sin/Cos encoder** 配置:

- 检查 Sin/Cos 编码器交换通道正确的连接在驱动器的 X3 接头上.
- 检查正确的 Sin/Cos 编码器供 电电压值.
- 检查正确的 Sin/Cos 编码器 C 通道和 D 通道信号值.
- 检查 **Motor encoder resolution** 参数值正确.
- 检查编码器-驱动器-电机地连接和屏蔽符合要求 **chapter 4 of the CD1-k Installation Guide**.

1.3.10 - "POSITION FOLLOWING" 错误

如果在轴运动中错误发生:

- 检查位置环调整。
- 检查 **Static threshold** 参数和运动循环一致.

1.3.11 - "LOW SPEED" 错误

- 检查 **Low speed** 参数和轴运动速度一致。
- 检查 "Low speed" 输入接线。.

1.3.12 - "CURRENT OFFSET" 错误

如果 "Current offset" 错误在上电时发生, 这意味着偏移补偿过程失败且驱动没有准备好. 此错误不能消去

1.3.13 - "INIT 400V" 错误

如果在 CD1-k **400**/I 驱动器上电时 "INIT 400V" 错误发生:

- 检查驱动器供电正确。
  此错误 不能.

1.3.14 - "I^2T" 错误

- 检查驱动器需要的额定电流值关于脉冲周期电流表.
- 检查定义在 **Rated current** 参数中的驱动器额定电流值关于运行循环需要的电流。

2 – 错误复位

存储的错误能去下法清除:

- 通过参数设置 **Visual Amplifier Setup**, 通过串行连接 RS232,
- 通过 **CANopen** 总线 的 **RESET** 功能,
- 通过切断驱动器供电.

3 – 运行问题

3.1 – 电机不转动

- 检查驱动器上电.

- 检查驱动器中没有错误.
- 检查逻辑命令输入接线.
- 检查驱动器使能了.

3.2 – 电机使能了但很小力矩

- 检查 **Max. current** 和 **Rated current** 参数.

3.3 – 轴锁住 **–** 不稳定振动**-** 最大速度旋转

- 检查驱动器接头的旋变或编码器接线，同时也检查电机上的位置反馈传感器的机械连接。

- 检查在 **MOTOR LIST** 模块中正确的电机选择。

- 在 **Advanced Functions** 菜单中检查 **Motor parameters** 值，更新 **AUTO-PHASING** 命令, 上载电机, 如果需要.

3.4 – 零力矩位置不连续电机旋转

- 检查驱动器和电机间的三相接线。

3.5 – 电机停止时很大的噪音

- 按照配线建议检查电机 – 驱动器 – 主系统地连接.
- 检查在电机和负载间机械连接的刚性(齿轮和接耦后冲和反弹).
- 选择一个比刚开始那个更低的带宽，启动一个新的 **Autotuning** 过程。

4 – 服务维护

当更换机器上的驱动器时, 如下操作:

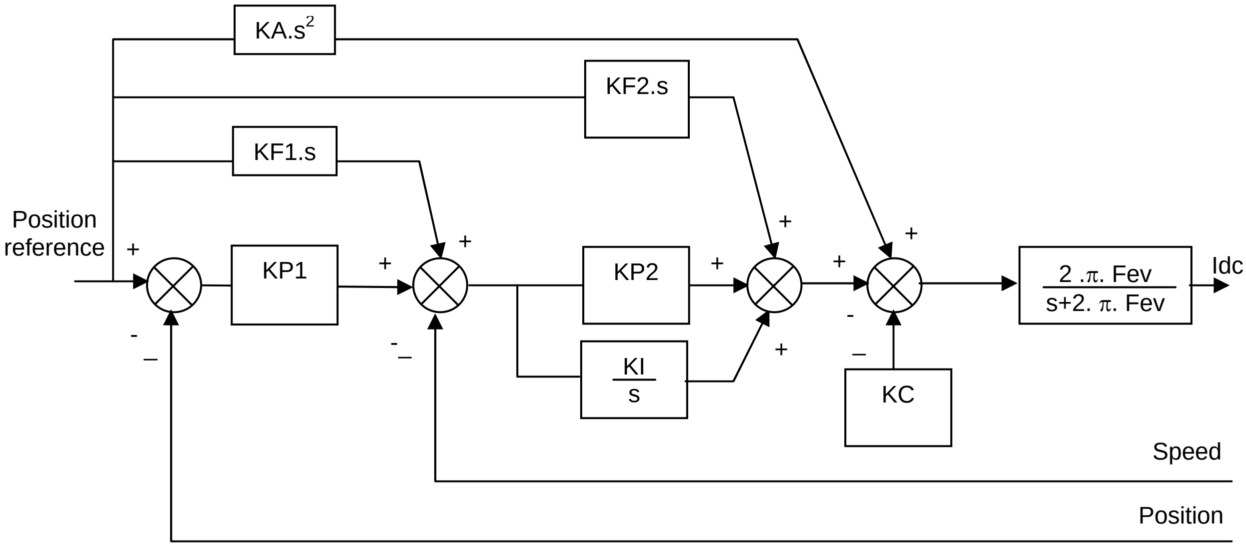
- 检查新的驱动器和替换下来的有一样的硬件配置及同样的电压和电流等级。

- 通过串行连接或 **CANopen** 接口重新加载且保存老驱动器的参数.

  新驱动器现已准备好运行。

第 6 章 – 附录

伺服控制器结构



Speed error low-pass filter (Fev):定义作用于电流命令(Idc)的一阶滤波器的 cut-off 频率在-3dB. 这个值由驱动器在 auto tuning 过程中计算，受选择的带宽和滤波器类型影响。

Proportional speed gain (KP2): 定义作用于速度误差的控制器的比例增益。这个值由驱动器在 auto tuning 过程中计算。如果需要可由用户修改。

Integral speed gain (KI): 定义作用于速度误差的控制器的积分增益。这个值由驱动器在 auto tuning 过程中计算。如果需要可由用户修改。

Damping gain (KC): 定义仅作用于速度反馈的控制器的比例增益。这个值由驱动器在 auto tuning 过程中计算。如果需要可由用户修改。

Proportional position gain (KP1): 定义作用于位置误差的控制器的比例增益。这个值由驱动器在 auto tuning 过程中计算。如果需要可由用户修改。

Feedforward speed 1 gain (KF1); 定义对应于速度输入命令的前馈速度振幅。它可以在电机加速和减速阶段降低跟随误差。如果要求最小的跟随误差，此值在 auto tuning 过程后设置在 1。如果需要可以由用户修改。

Feedforward speed 2 gain (KF2): 定义对应于粘滞摩擦的前馈速度振幅。它可以在电机加速和减速阶段降低粘滞摩擦影响。这个增益值等于阻尼增益值+粘滞摩擦补偿部分。auto tuning 过程以后, 如果要求最小跟随误差的话，前馈速度 2 增益设置为等于阻尼增益值。粘滞摩擦补偿部分能通过在不同的电机速度值下测量电流/速度比率来计算。

Feedforward acceleration gain (KA): 定义对应于加速输入命令的前馈加速振幅。它可以在电机加速和减速阶段降低跟随误差。如果要求最小跟随误差的话，此值由驱动器在 auto tuning 过程中计算。如果需要可以由用户修改。

auto tuning 过程识别了电机和负载的特性且计算了控制器的增益. 在过程当中, 用户可以有各种不同的选择。

速度检测时间间隔的选择(速度检测滤波器) 用来按照位置传感器分辨率值选择速度检测分辨率值: 速度分辨率 (rpm) = 60000 / 位置传感器分辨率 / 时间间隔 (ms). 时间间隔值越大, 分辨率越高, 但也降低了伺服环增益，因为增加了速度检测延迟。

在由于电机/负载耦合反弹造成的电机很大噪音的情况下反共振滤波器的选择是必须的。

最大刚性滤波器的选择允许在电机轴上获得最大的刚性关于扭矩干扰。然而, 这种选择只是在没有由于电机/负载耦合反弹引起的共振的情况下才有用。

速度环带宽的选择定义了闭环频率响应的 cut-off 频率值。 (Low = 50 Hz, Medium = 75 Hz, High = 100 Hz).

"minimum following error" 选择允许在整个电机行程中获得对位置参考值精确的跟随。这种情况下, 所有的前馈增益值都计算。

"minimum position overshoot"选择允许获得没有目标位置过冲的的电机定位。这种情况下, 所有的前馈增益值设置为 0, 在整个电机行程中电机位置滞后于位置参考值。